

Title	搬送計画問題に対するネットワーク理論を利用したアプローチ
Author(s)	千葉, 英史
Citation	
Issue Date	2003-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1655
Rights	
Description	Supervisor:浅野 哲夫, 情報科学研究科, 修士

搬送計画問題に対する ネットワーク理論を利用したアプローチ

千葉 英史 (110078)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2003 年 2 月 14 日

キーワード: NP 完全問題, コンパクションアルゴリズム, 最短経路アルゴリズム.

搬送計画問題とは, 多品種製造ラインにおける最適な搬送計画を求める問題であるが, NP 完全のクラスに属する. 本論文は, ある種の強い制約を加えた搬送計画問題が多項式時間で解けることを示す.

制約付き搬送計画問題は線形計画問題として定式化することができるので, 数理計画ソフトウェアを用いて求解可能である. 多くの問題が線形計画問題として定式化でき, 実際上非常に効率的なアルゴリズムが知られている. しかし, パッケージを利用して解くとなると, 柔軟性に欠けていて扱いにくい面がある. そこで, 本論文ではネットワーク理論に基づく方法を提案する. この方法は記述能力も高く, 計算の高速も達成できる.

搬送計画問題は, 長い間, 製造の担当者が抱えていた比較的ローカルな問題であった. しかし, 徐々に脚光を浴び, 今では製造業の IT 化の要として積極的な投資の対象になっている. その背景には従来の製造業とこれからの製造業とが, まったく違った環境の中で生きなければならないという製造業界の進展がある. 従来からのシーケンシャルな製造プロセスは, 製品固有の製造装置を準備して, 一連のプロセスを繰り返し行う. この方式は同種の製品を大量に生産するのに適しており, 長い間利用されて来た. しかし, 最近は顧客のニーズが多様化しており, 多くのオーダーメイドにも対応するため, 従来型の製造プロセスに不都合が生じてきた. また, 工場内における世代交代が進み, 従来型の製造プロセスを熟知する人間がいなくなってしまったこともあり, 今新しい製造プロセスを構築しようとする動きが見られる. そのプロセスは多品種製造ライン上での話になってくるが, 多品種に変更した途端に, 最適な搬送計画を求めるのが難しくなり, 今まであまり学術的に取り上げられることが無かった. 現在, 製造装置の制御プログラムでは, 経験的に良いとされる方法で実装されていることが多いが, そのプログラムの最適性を証明するのは容易ではない.

さて, 具体的な製造装置への要求は, 決められた時間内で一定個数の製品を生産することである. もちろん生産性を向上するには, 搬送計画もより最適なものにしなければなら

ないのだが、プログラム内の実際の搬送命令は、イベントが発生すると IF-THEN ルールで所定のステップを実行するものが大部分で、インテリジェントには出来ていない。このような明示的な命令の集まりは莫大な状態遷移図を構成し、プログラムの全体像が把握しづらいので、バグの無い安定したソフトの確実な生産に不都合である。明示的な制御はもはや限界であり、改めて製造装置全体を高い所から大きく見直してみる。

本研究は、上述の工場で直面している問題に対する解決策を見出すために行う。まずは、問題の本質を見定め、問題を数学的に定式化する。オブジェクトの状態が変化することをイベントと呼ぶとき、最後のイベントの発生時刻が最小となる搬送計画を求めよ、という最適化問題を考えることになる。決定問題としても定式化する。次に、ビンパッキング問題からの帰着を利用して、搬送計画問題が NP 完全であることを証明する。また、たとえ各オブジェクトの処理開始時刻が順番付けされたとしても、NP 完全であることを証明する。多くの実務上重要な問題は、NP 完全問題であり、これらの問題に対して最悪の場合の計算量が多項式時間になる厳密解法は、理論的には絶望視されている。最後に、全てのイベント発生が順序付けされれば、多項式時間で解けることを示す。具体的には、この制約を逆に利用して、入力サイズ n の 1 次元コンパクション問題に変換する。1 次元コンパクション問題に対する 1 つの解法としては、線形計画法が挙げられる。問題の条件を線形制約式として定式化できるので、数理計画ソフトウェアを用いて求解可能である。ただし、パッケージを使うので、柔軟性に欠けていて扱いにくい面がある。そこで、ネットワーク理論に基づく方法を提案する。線形計画問題をネットワーク上の問題へと変換することにより、様々なネットワークの性質を利用するところに特色を持つ。1 次元コンパクション問題に対して、ネットワーク理論を使って解く手法は、LSI の最適レイアウト決定問題などに応用された。この手法を、制約付き搬送計画問題に適用させ、 $O(n \log n)$ 時間で解く。また、LEDA によるアルゴリズムの実装も行う。LEDA は、ドイツのザールブリュッケンにあるマックスプランク研究所で開発された C++ のクラスライブラリである。「アルゴリズム+LEDA=プログラム」と宣伝しているように、アルゴリズムが決まって、LEDA があれば、プログラムが出来てしまうという使いやすさに大きな特色がある。実際、アルゴリズムとプログラムの間の差が小さく、かつ、30 行程度のソースコードに仕上がる。